



Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.



Agosto, 2019

Informe de Monitoreo de Vibraciones

Proyecto
“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:

Minera  Panamá

Elaborado por:

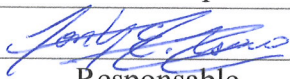
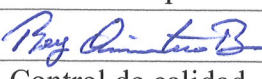
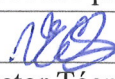
CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.



N° SC-CER138957



Agosto, 2019

 CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Responsable	 Control de calidad	 Director Técnico
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018	Jonathan Corro 2017-340-021	Roy Quintero CTCB-867	Venicia Cerrud CTCB-597

Índice

2.5.1. Introducción.....	4
2.5.2. Objetivo general	5
2.5.3. Objetivos específicos.....	5
2.5.4. Aspecto Metodológico	5
2.5.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición.....	6
2.5.6. Resultados.....	10
2.5.7. Conclusiones.....	30
2.5.8. Recomendaciones	30
2.5.9. Bibliografía	31
Anexos	32
Anexo 2.5.1. Data generada por el equipo durante las mediciones	
Anexo 2.5.2. Certificado de calibración del equipo	
Anexo 2.5.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá	
Anexo 2.5.4. Cadenas de Custodia	

2.5.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios¹ (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

¹ Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz.

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI²-COPANIT³ 45-2000⁴, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe corresponde al análisis de los resultados obtenidos en los monitoreos de vibraciones, efectuados a las maquinarias utilizadas en los distintos frentes de trabajo del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, durante las actividades de inspección correspondiente al 31vo Informe de Seguimiento Ambiental.

2.5.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los colaboradores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

2.5.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.5.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

² DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

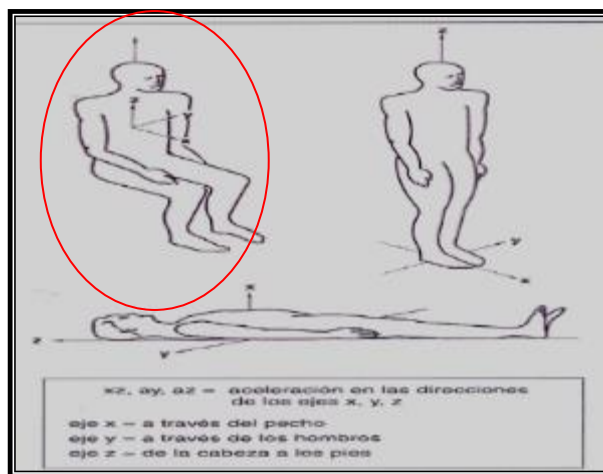
³ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

⁴ Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron efectuadas del 22 al 25 de julio del 2019; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las maquinarias utilizadas dentro del Proyecto, con el objetivo de medir las vibraciones a las que están expuestos los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los colaboradores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.5.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.5.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.5.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.5.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.5.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Serie	20152
Calibración	30 de julio de 2018
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.5.3).
Día de la medición	22 al 25 de julio de 2019
Tiempo de Medición	15 minutos/dirección espacial X, Y y Z (por cada medición)
Nombre de los técnicos	Jonathan Corro, Yeleinshka Yaleman y Jorge Ortega

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2019. Nota: En el anexo 2.5.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.5.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto.

Tabla 2.5.2. Datos de las mediciones de Vibraciones en el Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
DZ026	Tractor de cadena CAT D8T	983287 N/ 537127 E	22/07/19	9:48 a.m.	Mario Caballero	Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1)
VC014	Compactadora de rodillo BW 219 DH 4762	983281 N/ 537156 E	22/07/19	11:09 am	Delvín Araúz	Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1)
EX1_	Excavadora hidráulica VOLVO EC350DL	979753 N/ 539225 E	22/07/19	2:40 p.m.	Juan Chacón	Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5)
EX131	Excavadora hidráulica VOLVO EC__	979747 N/ 539258 E	22/07/19	3:37 p.m.	Antony Borbua	Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5)
--	Cargador telescópico JCB; Modelo 540 - 170	978148 N/ 540101 E	23/07/19	1:55 p.m.	Luis Salinas	Planta de Procesos (Molinos)
TH021	Cargador telescópico HTH10.10 MAGNI	977951 N/ 540166 E	23/07/19	3:11 p.m.	Iván Pérez	Planta de Procesos (Molinos)
--	Compactadora de rodillo Volvo	980997 N/ 538869 E	24/07/19	10:42 a.m.	Ricardo Bonilla	Presa Este de la IMR (Plataforma 3)

Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
HT056	Articulado CAT 740B	980997 N/ 538869 E	24/07/19	01:46 p.m.	Werner Hills	Presa Este de la IMR (Plataforma 3)
--	Camión articulado CAT 1-683	996822 N/ 533795 E	25/07/19	09:54 a.m.	Clemente Corro	Planta de Generación Eléctrica
--	Pala de martillo Link-Belt 290	995187 N/ 534438 E	25/07/19	01:57 p.m.	Calixto Martínez	Galera de almacenamiento de explosivos, Polvorín, Punta Rincón

Fuente: CODESA, 2019.

2.5.6. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos para los monitoreos de vibraciones realizados a colaboradores encargados de operar maquinaria pesada en diferentes frentes de trabajo del proyecto Mina de Cobre Panamá:

Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1):

El monitoreo realizado al colaborador Mario Caballero (asiento del tractor de cadena) en el área de la Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1), arrojó valores por encima a los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, en el eje X y eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20 y 25); y en el eje Z (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20). En la tabla 2.5.3 se presentan los valores comparados con la normativa aplicable (ver imágenes 2.5.2 y 2.5.3).

Tabla 2.5.3. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Mario Caballero en el Presa Norte de IMR (Río del Medio, Sector 1)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	2.17	0,224	1.77	0,224	0.635	0,630
1,25	2.71	0,224	2.07	0,224	1.09	0,560
1,6	3.14	0,224	2.48	0,224	1.38	0,500
2	3.48	0,224	3.08	0,224	1.94	0,450
2,5	3.63	0,240	3.23	0,240	2.61	0,400
3,15	3.37	0,555	3.12	0,555	2.83	0,355
4	2.71	0,450	2.91	0,450	2.28	0,315
5	1.79	0,560	3.55	0,560	2.52	0,315

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
6,3	2.40	0,710	5.74	0,710	2.64	0,315
8	3.57	0,900	8.38	0,900	1.76	0,315
10	3.95	1,120	5.72	1,120	1.73	0,400
12,5	2.38	1,400	3.20	1,400	1.68	0,500
16	2.55	1,800	2.49	1,800	1.32	0,630
20	3.64	2,240	2.51	2,240	0.992	0,800
25	3.28	2,800	3.22	2,800	0.833	1,000
31,5	2.46	3,550	2.95	3,550	0.648	1,250
40	2.15	4,500	2.24	4,500	0.498	1,600
50	1.73	5,600	1.30	5,600	0.410	2,000
63	0.997	7,100	0.734	7,100	0.385	2,500
80	0.611	9,000	0.474	9,000	0.344	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.2 y 2.5.3. Vista del tractor de cadena y equipo de medición durante el monitoreo en la Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1),
(983287 N/ 537127 E)

Presa Norte de IMR (Río del medio, Sector 1):

El monitoreo de vibraciones realizado al operador Delvin Araúz (asiento del compactador de rodillo) en el área Presa Norte de IMR (Río del Medio, Sector 1), ver imágenes 2.5.4 y 2.5.5; reflejó valores que exceden los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12,5, 16, 20; en el eje Z (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12,5, 16, 20, 25, 31,5; la tabla 2.5.4 presenta los datos obtenidos por el monitoreo.

Tabla 2.5.4. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Delvin Araúz en el área Presa Norte de IMR (Río del Medio, Sector 1)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.0643	0,224	2.18	0,224	1.10	0,630
1,25	0.0562	0,224	1.81	0,224	1.000	0,560
1,6	0.0628	0,224	1.52	0,224	1.80	0,500
2	0.0624	0,224	1.71	0,224	1.70	0,450
2,5	0.0532	0,240	2.37	0,240	2.38	0,400
3,15	0.0607	0,555	2.31	0,555	3.24	0,355
4	0.0646	0,450	3.17	0,450	3.14	0,315
5	0.0522	0,560	2.98	0,560	3.22	0,315
6,3	0.0574	0,710	2.81	0,710	1.89	0,315
8	0.0606	0,900	2.45	0,900	1.69	0,315
10	0.0531	1,120	1.84	1,120	1.77	0,400
12,5	0.0601	1,400	2.96	1,400	2.36	0,500
16	0.0627	1,800	8.21	1,800	2.87	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	0.0548	2,240	8.07	2,240	4.23	0,800
25	0.0616	2,800	2.42	2,800	1.15	1,000
31,5	0.0688	3,550	2.27	3,550	1.28	1,250
40	0.0575	4,500	2.31	4,500	0.619	1,600
50	0.0625	5,600	2.26	5,600	0.613	2,000
63	0.0688	7,100	1.26	7,100	0.689	2,500
80	0.0575	9,000	1.26	9,000	0.667	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.4 y 2.5.5. Vista del compactador de rodillo, durante el monitoreo de vibración en el área de la Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1),
(983281 N/ 537156 E)

Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5):

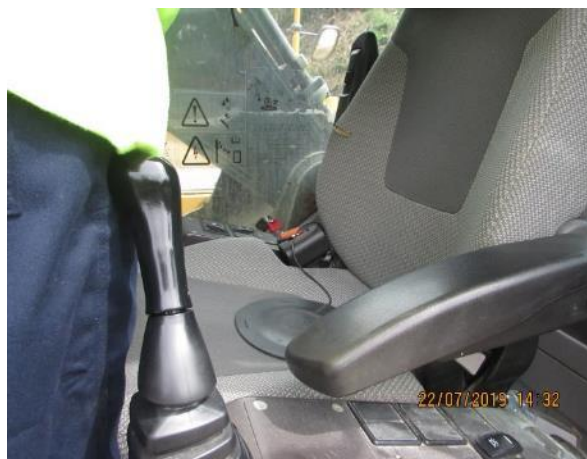
Los valores obtenidos del monitoreo de vibraciones efectuado en el asiento del operador de la excavadora hidráulica, Juan Chacón (ver tabla 2.5.5), en la Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5), indicó valores que superan los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5; 3.15, 4, 5; en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4; en el eje Z (frecuencia (Hz), 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10), ver imágenes 2.5.6 y 2.5.7.

Tabla 2.5.5. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Juan Chacón – Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.882	0,224	0.387	0,224	0.284	0,630
1,25	0.875	0,224	0.512	0,224	0.307	0,560
1,6	0.929	0,224	0.737	0,224	0.496	0,500
2	1.05	0,224	0.562	0,224	0.660	0,450
2,5	1.19	0,240	0.595	0,240	0.647	0,400
3,15	1.26	0,555	0.646	0,555	0.664	0,355
4	1.10	0,450	0.527	0,450	0.886	0,315
5	0.866	0,560	0.445	0,560	0.459	0,315
6,3	0.593	0,710	0.352	0,710	0.358	0,315
8	0.684	0,900	0.306	0,900	0.396	0,315
10	0.585	1,120	0.319	1,120	0.406	0,400
12,5	0.583	1,400	0.538	1,400	0.389	0,500
16	0.526	1,800	0.631	1,800	0.254	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	0.701	2,240	0.403	2,240	0.195	0,800
25	0.761	2,800	0.311	2,800	0.220	1,000
31,5	0.910	3,550	0.370	3,550	0.189	1,250
40	0.708	4,500	0.307	4,500	0.170	1,600
50	0.424	5,600	0.208	5,600	0.295	2,000
63	0.461	7,100	0.208	7,100	0.287	2,500
80	0.384	9,000	0.168	9,000	0.179	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.6 y 2.5.7. Vista de la pala hidráulica y equipo de medición, durante el monitoreo de vibración en el área de Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5),
(979753 N/ 539225 E)

Presa Este de la IMR (Dique 10, Plata forma 5):

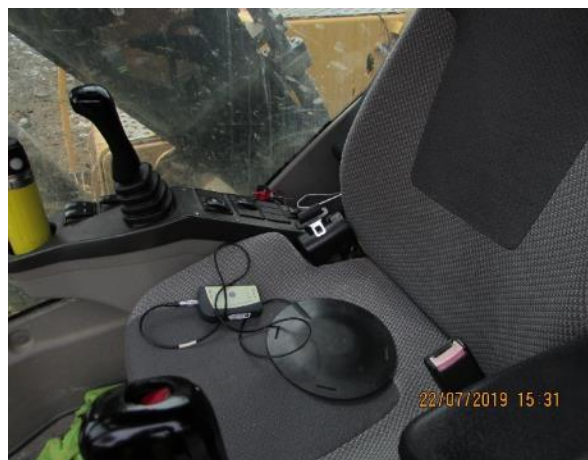
Los datos adquiridos en la medición efectuada al trabajador Antony Borbua – operador de la excavadora hidraulica (ver imágenes 2.5.8 y 2.5.9), en la Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5), se encuentran por encima de los límites establecidos en la normativa de referencia específicamente en el eje X (frecuencia (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5), en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3) y en el eje Z (frecuencia (Hz), 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16. Los datos son presentados y comparados con la normativa aplicable en la tabla 2.5.6.

Tabla 2.5.6. Monitoreo de Vibraciones al trabajador Antony Borbua – operador de la excavadora hidraulica, en la Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.284	0,224	0.909	0,224	0.349	0,630
1,25	0.337	0,224	1.15	0,224	0.494	0,560
1,6	0.440	0,224	1.47	0,224	0.708	0,500
2	0.545	0,224	1.58	0,224	0.938	0,450
2,5	0.801	0,240	1.67	0,240	1.21	0,400
3,15	0.874	0,555	1.68	0,555	1.42	0,355
4	0.973	0,450	1.50	0,450	1.65	0,315
5	0.953	0,560	1.40	0,560	1.62	0,315
6,3	0.708	0,710	1.20	0,710	1.49	0,315
8	0.461	0,900	0.872	0,900	1.23	0,315
10	0.637	1,120	0.960	1,120	1.05	0,400
12,5	0.763	1,400	1.05	1,400	1.01	0,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
16	0.854	1,800	0.782	1,800	0.940	0,630
20	0.667	2,240	0.610	2,240	0.769	0,800
25	0.598	2,800	0.663	2,800	0.614	1,000
31,5	0.472	3,550	0.489	3,550	0.427	1,250
40	0.583	4,500	0.991	4,500	0.263	1,600
50	0.394	5,600	0.443	5,600	0.166	2,000
63	0.482	7,100	0.521	7,100	0.163	2,500
80	0.715	9,000	0.618	9,000	0.181	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.8 y 2.5.9. Vistas de la excavadora hidráulica y equipo de monitoreo de vibración en la Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5), (979747 N/ 539258 E)

Planta de Proceso (Molinos):

Los resultados obtenidos en el monitoreo de vibraciones realizado en el área de la Planta de Procesos (Molinos), al colaborador Luis Salinas - operador del cargador telescópico (ver imágenes 2.5.10 y 2.5.11), superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10,12.5); en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10); y en el eje Z (frecuencia (Hz), 1, 1.25,1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20), ver la tabla 2.7.

Tabla 2.5.7. Monitoreo de Vibraciones al trabajador Luis Salinas en el área de la Planta de Procesos (Molinos)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	1.18	0,224	1.58	0,224	1.01	0,630
1,25	1.47	0,224	1.60	0,224	0.921	0,560
1,6	1.15	0,224	0.995	0,224	1.20	0,500
2	0.901	0,224	0.746	0,224	2.32	0,450
2,5	0.906	0,240	0.643	0,240	4.24	0,400
3,15	0.610	0,555	0.604	0,555	1.42	0,355
4	0.511	0,450	0.608	0,450	0.768	0,315
5	0.573	0,560	0.970	0,560	0.877	0,315
6,3	0.995	0,710	1.19	0,710	1.18	0,315
8	1.58	0,900	1.16	0,900	1.30	0,315
10	2.94	1,120	1.31	1,120	0.883	0,400
12,5	2.86	1,400	1.31	1,400	1.10	0,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
16	0.682	1,800	0.510	1,800	1.23	0,630
20	0.755	2,240	0.565	2,240	1.21	0,800
25	1.30	2,800	1.22	2,800	0.933	1,000
31,5	1.85	3,550	1.54	3,550	0.659	1,250
40	1.77	4,500	1.66	4,500	0.341	1,600
50	0.890	5,600	0.567	5,600	0.252	2,000
63	0.934	7,100	0.623	7,100	0.260	2,500
80	0.502	9,000	0.278	9,000	0.151	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.10 y 2.5.11. Vista del cargador telescópico, durante el monitoreo en el área de la Planta de Procesos (Molinos),
(978148 N/ 540101 E)

Planta de Proceso (Molinos):

La tabla 2.5.8 presenta los valores obtenidos en el monitoreo efectuado en el área de Planta de Procesos (Molinos), al trabajador Iván Pérez - operador del cargador telescópico (ver imágenes 2.5.12 y 2.5.13), mostrando que los resultados superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 31.5; en el eje Y (frecuencia (Hz), 16, 20; y en el eje Z (frecuencia (Hz), 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5), ver la tabla 2.5.8.

Tabla 2.5.8. Resultado del Monitoreo de Vibraciones al trabajador Iván Pérez en el área de la Planta de Procesos (Molinos).

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.452	0,224	0.0884	0,224	0.413	0,630
1,25	0.335	0,224	0.0745	0,224	0.398	0,560
1,6	0.298	0,224	0.0763	0,224	0.606	0,500
2	0.348	0,224	0.084	0,224	1.46	0,450
2,5	0.363	0,240	0.0745	0,240	1.83	0,400
3,15	0.192	0,555	0.0784	0,555	0.746	0,355
4	0.206	0,450	0.0899	0,450	0.560	0,315
5	0.154	0,560	0.0814	0,560	0.589	0,315
6,3	0.177	0,710	0.0867	0,710	0.695	0,315
8	0.308	0,900	0.177	0,900	0.902	0,315
10	0.596	1,120	0.157	1,120	0.838	0,400
12,5	0.542	1,400	0.137	1,400	0.915	0,500
16	0.683	1,800	2.48	1,800	0.596	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	0.350	2,240	4.97	2,240	0.405	0,800
25	2.36	2,800	0.168	2,800	0.625	1,000
31,5	4.65	3,550	0.172	3,550	1.07	1,250
40	0.234	4,500	0.260	4,500	0.131	1,600
50	0.329	5,600	0.169	5,600	0.128	2,000
63	0.554	7,100	0.137	7,100	0.171	2,500
80	0.263	9,000	0.248	9,000	0.0967	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.12 y 2.5.13. Vista del operador Iván Pérez y durante el monitoreo de vibraciones en el área de la Planta de Procesos -Molinos (977951 N/ 540166 E)

Presa Este de la IMR (Plataforma 3):

La medición de vibraciones efectuada en el asiento del operador de la compactadora de rodillo, Ricardo Bonilla (ver imágenes 2.5.14 y 2.5.15), en el área de Presa Este de la IMR (Plataforma 3), indica valores que exceden los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz) 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16; eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4) y en el eje Z (frecuencia (Hz), 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20), ver tabla 2.5.9.

Tabla 2.5.9. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Ricardo Bonilla en el área de Presa Este de la IMR (Plataforma 3)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	2.95	0,224	0.465	0,224	0.529	0,630
1,25	3.65	0,224	0.426	0,224	0.737	0,560
1,6	3.24	0,224	0.402	0,224	1.09	0,500
2	1.97	0,224	0.484	0,224	1.61	0,450
2,5	2.12	0,240	0.822	0,240	3.57	0,400
3,15	3.60	0,555	0.788	0,555	3.38	0,355
4	3.62	0,450	0.688	0,450	2.01	0,315
5	2.30	0,560	0.475	0,560	1.79	0,315
6,3	2.21	0,710	0.340	0,710	1.70	0,315
8	2.09	0,900	0.397	0,900	2.25	0,315
10	3.83	1,120	0.785	1,120	2.93	0,400
12,5	5.83	1,400	0.988	1,400	2.71	0,500
16	3.80	1,800	0.790	1,800	2.05	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	1.84	2,240	0.319	2,240	1.00	0,800
25	1.57	2,800	0.288	2,800	0.707	1,000
31,5	1.87	3,550	0.816	3,550	0.603	1,250
40	1.27	4,500	0.202	4,500	0.375	1,600
50	0.992	5,600	0.162	5,600	0.294	2,000
63	0.736	7,100	0.198	7,100	0.266	2,500
80	0.747	9,000	0.472	9,000	0.244	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.14 y 2.5.15. Vista de la compactadora de rodillo y equipo de medición durante el monitoreo de vibración a Ricardo Bonilla, en el área de Presa Este de la IMR - Plataforma 3 (980997 N/ 538869 E)

Presa Este de la IMR (Plataforma 3):

El monitoreo efectuado a Werner Hills (asiento del operador del camión articulado), en el área de Presa Este de la IMR (Plataforma 3) registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.5.10), específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10; en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8; en el eje Z (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5; ver imágenes 2.5.16 y 2.5.17.

Tabla 2.5.10. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al operador Werner Hills en el Área de Presa Este de la IMR (Plataforma 3)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	1.49	0,224	1.23	0,224	1.54	0,630
1,25	1.36	0,224	1.51	0,224	3.25	0,560
1,6	1.74	0,224	1.59	0,224	1.93	0,500
2	2.13	0,224	2.67	0,224	1.58	0,450
2,5	1.89	0,240	2.44	0,240	1.02	0,400
3,15	1.96	0,555	1.85	0,555	0.608	0,355
4	2.26	0,450	2.23	0,450	0.517	0,315
5	2.75	0,560	2.71	0,560	0.563	0,315
6,3	1.88	0,710	1.97	0,710	0.559	0,315
8	1.22	0,900	1.21	0,900	0.475	0,315
10	1.23	1,120	1.01	1,120	0.518	0,400
12,5	1.18	1,400	1.09	1,400	0.584	0,500
16	1.52	1,800	1.24	1,800	0.488	0,630

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
20	1.16	2,240	1.11	2,240	0.499	0,800
25	1.17	2,800	1.16	2,800	0.370	1,000
31,5	1.01	3,550	1.42	3,550	0.269	1,250
40	0.770	4,500	1.17	4,500	0.180	1,600
50	0.752	5,600	0.669	5,600	0.174	2,000
63	0.638	7,100	0.572	7,100	0.220	2,500
80	0.553	9,000	0.818	9,000	0.197	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.16 y 2.5.17. Vistas del camión articulado y operador sobre el equipo de medición durante el monitoreo de vibración en el área de Presa Este de la IMR (Plataforma 3) (980997 N/ 538869 E)

Planta de generación eléctrica

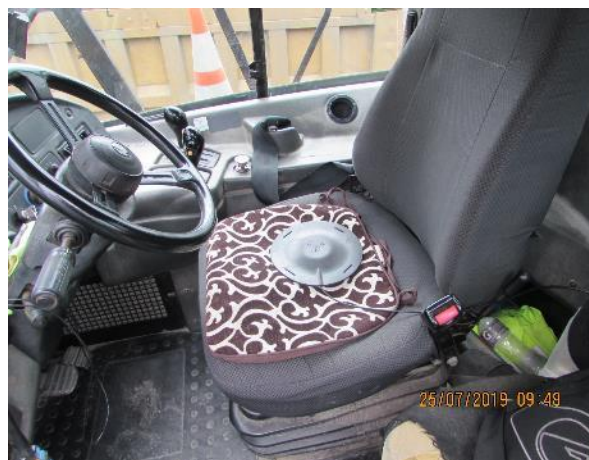
El monitoreo realizado al colaborador Clemente Corro, operador del camión articulado en el área de la Planta de Generación Eléctrica, demostró valores por encima a los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8; ver tabla 2.5.11 (ver imágenes 2.5.18 y 2.5.19).

Tabla 2.5.11. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Clemente Corro en el área de la Planta de Generación Eléctrica

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.649	0,224	0.151	0,224	0.0757	0,630
1,25	0.513	0,224	0.131	0,224	0.0612	0,560
1,6	0.595	0,224	0.144	0,224	0.0673	0,500
2	0.791	0,224	0.167	0,224	0.0761	0,450
2,5	0.612	0,240	0.179	0,240	0.0696	0,400
3,15	0.971	0,555	0.161	0,555	0.116	0,355
4	1.01	0,450	0.173	0,450	0.115	0,315
5	1.42	0,560	0.264	0,560	0.0961	0,315
6,3	0.949	0,710	0.285	0,710	0.109	0,315
8	0.455	0,900	0.277	0,900	0.112	0,315
10	0.344	1,120	0.396	1,120	0.103	0,400
12,5	0.402	1,400	0.351	1,400	0.102	0,500
16	0.405	1,800	0.191	1,800	0.145	0,630
20	0.427	2,240	0.154	2,240	0.185	0,800
25	0.401	2,800	0.144	2,800	0.0938	1,000

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
31,5	0.624	3,550	0.153	3,550	0.102	1,250
40	0.755	4,500	0.134	4,500	0.0937	1,600
50	0.732	5,600	0.191	5,600	0.110	2,000
63	0.699	7,100	0.154	7,100	0.113	2,500
80	0.457	9,000	0.144	9,000	0.101	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.18 y 2.5.19. Vista del camión articulado y equipo de medición durante el monitoreo de vibración en el área de la Planta de Generación Eléctrica (996822 N/ 533795 E)

Área de antiguo Polvorín (Almacén de Nitrato de Amonio):

Se presentan en la tabla 2.5.12 los resultados obtenidos en la medición realizada en el Área del antiguo Polvorín (Almacén de Nitrato de Amonio), al trabajador Calixto Martínez - operador de la pala martillo (ver imágenes 2.5.20 y 2.5.21), los cuales exceden a los valores máximos normados en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25; en el eje Y (frecuencia (Hz), 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 12.5, 20, 25, 31.5; en el eje Z (frecuencia (Hz), 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5.

Tabla 2.5.12. Resultado de Monitoreo de Vibraciones al trabajador Calixto Martínez, área del antiguo Polvorín (Almacén de Nitrato de Aluminio)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
1	0.443	0,224	0.229	0,224	0.267	0,630
1,25	0.654	0,224	0.300	0,224	0.364	0,560
1,6	0.838	0,224	0.375	0,224	0.550	0,500
2	1.19	0,224	0.376	0,224	0.825	0,450
2,5	1.32	0,240	0.292	0,240	1.26	0,400
3,15	1.24	0,555	0.308	0,555	1.35	0,355
4	0.924	0,450	0.499	0,450	1.30	0,315
5	0.972	0,560	0.743	0,560	1.22	0,315
6,3	1.69	0,710	1.27	0,710	2.35	0,315
8	1.44	0,900	0.836	0,900	1.36	0,315
10	1.31	1,120	0.886	1,120	1.91	0,400
12,5	2.03	1,400	1.72	1,400	3.44	0,500

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Y (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas		Aceleración en Z (m/s ²) Periodo de Monitoreo 8 horas	
	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI- COPANIT 45-2000
16	1.98	1,800	1.60	1,800	1.66	0,630
20	3.49	2,240	3.41	2,240	2.07	0,800
25	3.91	2,800	4.76	2,800	1.57	1,000
31,5	3.29	3,550	3.98	3,550	1.27	1,250
40	3.72	4,500	2.29	4,500	0.726	1,600
50	2.23	5,600	2.32	5,600	0.680	2,000
63	1.53	7,100	1.26	7,100	0.707	2,500
80	0.603	9,000	0.519	9,000	0.504	3,150

Fuente: CODESA, 2019.



Imágenes 2.5.20 y 2.5.21. Vistas de la pala martillo y del operador de la maquinaria, durante el monitoreo de vibraciones en el área del Antiguo Polvorín-Almacén de Nitrato de Amonio (995187 N/ 534438 E)

2.5.7. Conclusiones

Los resultados obtenidos del monitoreo de vibraciones, muestran que no se cumple con los límites máximos que establece el Reglamento Técnico DGNTI⁵-COPANIT⁶ 45-2000, por lo cual los colaboradores pueden estar expuestos a niveles de vibraciones nocivas para su salud, durante su jornada laboral (para un periodo de exposición de 8 horas); en las siguientes direcciones especiales o ejes:

- X, Y y Z, de los monitoreos a los colaboradores: Mario Caballero, Juan Chacón, Antony Borbua, Luis Salinas, Iván Pérez, Ricardo Bonilla, Werner Hills y Calixto Martínez.
- Y y Z, en el monitoreo al colaborador Delvín Araúz.
- X, en el monitoreo al colaborador Clemente Corro.

2.5.8. Recomendaciones

- Comunicar a los colaboradores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Rotar al personal expuesto a altos niveles de vibración para regular y reducir el tiempo de exposición.
- Mantener las capacitaciones al personal, sobre los riesgos y medidas de precaución que, deben tener en cuenta durante sus labores.
- Efectuar el mantenimiento periódico de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión, para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Realizar seguimiento a las maquinarias que, durante el monitoreo reflejaron niveles por encima de la norma.

⁵ DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

⁶ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.5.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf.

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.5.1. Data generada por el equipo durante las mediciones

Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1) – Mario Caballero

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.85	m/s ²
1Hz	2.17	m/s ²
1.25Hz	2.71	m/s ²
1.6Hz	3.14	m/s ²
2Hz	3.48	m/s ²
2.5Hz	3.63	m/s ²
3.15Hz	3.37	m/s ²
4Hz	2.71	m/s ²
5Hz	1.79	m/s ²
6.3Hz	2.40	m/s ²
8Hz	3.57	m/s ²
10Hz	3.95	m/s ²
12.5Hz	2.38	m/s ²
16Hz	2.55	m/s ²
20Hz	3.64	m/s ²
25Hz	3.28	m/s ²
31.5Hz	2.46	m/s ²
40Hz	2.15	m/s ²
50Hz	1.73	m/s ²
63Hz	0.997	m/s ²
80Hz	0.611	m/s ²
100Hz	0.526	m/s ²
125Hz	0.439	m/s ²
160Hz	0.376	m/s ²
200Hz	0.347	m/s ²
250Hz	0.329	m/s ²
315Hz	0.246	m/s ²
400Hz	0.267	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.58	m/s ²
1Hz	1.77	m/s ²
1.25Hz	2.07	m/s ²
1.6Hz	2.48	m/s ²
2Hz	3.08	m/s ²
2.5Hz	3.23	m/s ²
3.15Hz	3.12	m/s ²
4Hz	2.91	m/s ²
5Hz	3.55	m/s ²
6.3Hz	5.74	m/s ²
8Hz	8.38	m/s ²
10Hz	5.72	m/s ²
12.5Hz	3.20	m/s ²
16Hz	2.49	m/s ²
20Hz	2.51	m/s ²
25Hz	3.22	m/s ²
31.5Hz	2.95	m/s ²
40Hz	2.24	m/s ²
50Hz	1.30	m/s ²
63Hz	0.734	m/s ²
80Hz	0.474	m/s ²
100Hz	0.404	m/s ²
125Hz	0.443	m/s ²
160Hz	0.428	m/s ²
200Hz	0.472	m/s ²
250Hz	0.300	m/s ²
315Hz	0.243	m/s ²
400Hz	0.228	m/s ²
500Hz	0.182	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.394	m/s ²
1Hz	0.635	m/s ²
1.25Hz	1.09	m/s ²
1.6Hz	1.38	m/s ²
2Hz	1.94	m/s ²
2.5Hz	2.61	m/s ²
3.15Hz	2.83	m/s ²
4Hz	2.28	m/s ²
5Hz	2.52	m/s ²
6.3Hz	2.64	m/s ²
8Hz	1.76	m/s ²
10Hz	1.73	m/s ²
12.5Hz	1.68	m/s ²
16Hz	1.32	m/s ²
20Hz	0.992	m/s ²
25Hz	0.833	m/s ²
31.5Hz	0.648	m/s ²
40Hz	0.498	m/s ²
50Hz	0.410	m/s ²
63Hz	0.385	m/s ²
80Hz	0.344	m/s ²
100Hz	0.216	m/s ²
125Hz	0.167	m/s ²
160Hz	0.123	m/s ²
200Hz	0.133	m/s ²
250Hz	0.143	m/s ²
315Hz	0.134	m/s ²
400Hz	0.143	m/s ²
500Hz	0.156	m/s ²

Presa Norte de la IMR (Río del Medio, Sector 1) – Delvín Araúz

X

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	6.08E-2	m/s ²
1Hz	6.43E-2	m/s ²
1.25Hz	5.62E-2	m/s ²
1.6Hz	6.28E-2	m/s ²
2Hz	6.24E-2	m/s ²
2.5Hz	5.32E-2	m/s ²
3.15Hz	6.07E-2	m/s ²
4Hz	6.46E-2	m/s ²
5Hz	5.22E-2	m/s ²
6.3Hz	5.74E-2	m/s ²
8Hz	6.06E-2	m/s ²
10Hz	5.31E-2	m/s ²
12.5Hz	6.01E-2	m/s ²
16Hz	6.27E-2	m/s ²
20Hz	5.48E-2	m/s ²
25Hz	6.16E-2	m/s ²
31.5Hz	6.84E-2	m/s ²
40Hz	5.75E-2	m/s ²
50Hz	6.25E-2	m/s ²
63Hz	6.88E-2	m/s ²
80Hz	5.75E-2	m/s ²
100Hz	6.24E-2	m/s ²
125Hz	6.42E-2	m/s ²
160Hz	5.43E-2	m/s ²
200Hz	6.08E-2	m/s ²
250Hz	6.39E-2	m/s ²
315Hz	5.24E-2	m/s ²
400Hz	5.91E-2	m/s ²
500Hz	5.93E-2	m/s ²

Y

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.70	m/s ²
1Hz	2.18	m/s ²
1.25Hz	1.81	m/s ²
1.6Hz	1.52	m/s ²
2Hz	1.71	m/s ²
2.5Hz	2.37	m/s ²
3.15Hz	2.31	m/s ²
4Hz	3.17	m/s ²
5Hz	2.98	m/s ²
6.3Hz	2.81	m/s ²
8Hz	2.45	m/s ²
10Hz	1.84	m/s ²
12.5Hz	2.96	m/s ²
16Hz	8.21	m/s ²
20Hz	8.07	m/s ²
25Hz	2.42	m/s ²
31.5Hz	2.27	m/s ²
40Hz	2.31	m/s ²
50Hz	2.26	m/s ²
63Hz	1.26	m/s ²
80Hz	1.26	m/s ²
100Hz	1.16	m/s ²
125Hz	1.20	m/s ²
160Hz	1.12	m/s ²
200Hz	0.891	m/s ²
250Hz	0.834	m/s ²
315Hz	0.754	m/s ²
400Hz	0.443	m/s ²
500Hz	0.312	m/s ²

Z

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.93	m/s ²
1Hz	1.10	m/s ²
1.25Hz	1.000	m/s ²
1.6Hz	1.80	m/s ²
2Hz	1.70	m/s ²
2.5Hz	2.38	m/s ²
3.15Hz	3.24	m/s ²
4Hz	3.14	m/s ²
5Hz	3.22	m/s ²
6.3Hz	1.89	m/s ²
8Hz	1.69	m/s ²
10Hz	1.77	m/s ²
12.5Hz	2.36	m/s ²
16Hz	2.87	m/s ²
20Hz	4.23	m/s ²
25Hz	1.15	m/s ²
31.5Hz	1.28	m/s ²
40Hz	0.619	m/s ²
50Hz	0.613	m/s ²
63Hz	0.689	m/s ²
80Hz	0.667	m/s ²
100Hz	0.589	m/s ²
125Hz	0.608	m/s ²
160Hz	0.522	m/s ²
200Hz	0.405	m/s ²
250Hz	0.425	m/s ²
315Hz	0.464	m/s ²
400Hz	0.289	m/s ²
500Hz	0.275	m/s ²

Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5) – Juan Chacón

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.741	m/s ²	0.8Hz	0.387	m/s ²	0.8Hz	0.224	m/s ²
1Hz	0.882	m/s ²	1Hz	0.512	m/s ²	1Hz	0.284	m/s ²
1.25Hz	0.875	m/s ²	1.25Hz	0.737	m/s ²	1.25Hz	0.307	m/s ²
1.6Hz	0.929	m/s ²	1.6Hz	0.562	m/s ²	1.6Hz	0.496	m/s ²
2Hz	1.05	m/s ²	2Hz	0.595	m/s ²	2Hz	0.660	m/s ²
2.5Hz	1.19	m/s ²	2.5Hz	0.646	m/s ²	2.5Hz	0.647	m/s ²
3.15Hz	1.26	m/s ²	3.15Hz	0.527	m/s ²	3.15Hz	0.664	m/s ²
4Hz	1.10	m/s ²	4Hz	0.445	m/s ²	4Hz	0.886	m/s ²
5Hz	0.866	m/s ²	5Hz	0.352	m/s ²	5Hz	0.459	m/s ²
6.3Hz	0.593	m/s ²	6.3Hz	0.306	m/s ²	6.3Hz	0.358	m/s ²
8Hz	0.684	m/s ²	8Hz	0.319	m/s ²	8Hz	0.396	m/s ²
10Hz	0.585	m/s ²	10Hz	0.538	m/s ²	10Hz	0.406	m/s ²
12.5Hz	0.583	m/s ²	12.5Hz	0.631	m/s ²	12.5Hz	0.389	m/s ²
16Hz	0.526	m/s ²	16Hz	0.403	m/s ²	16Hz	0.254	m/s ²
20Hz	0.701	m/s ²	20Hz	0.311	m/s ²	20Hz	0.195	m/s ²
25Hz	0.761	m/s ²	25Hz	0.370	m/s ²	25Hz	0.220	m/s ²
31.5Hz	0.910	m/s ²	31.5Hz	0.307	m/s ²	31.5Hz	0.189	m/s ²
40Hz	0.708	m/s ²	40Hz	0.208	m/s ²	40Hz	0.170	m/s ²
50Hz	0.424	m/s ²	50Hz	0.208	m/s ²	50Hz	0.172	m/s ²
63Hz	0.461	m/s ²	63Hz	0.168	m/s ²	63Hz	0.295	m/s ²
80Hz	0.384	m/s ²	80Hz	0.284	m/s ²	80Hz	0.287	m/s ²
100Hz	0.351	m/s ²	100Hz	0.289	m/s ²	100Hz	0.179	m/s ²
125Hz	0.349	m/s ²	125Hz	0.284	m/s ²	125Hz	0.164	m/s ²
160Hz	0.297	m/s ²	160Hz	0.209	m/s ²	160Hz	0.131	m/s ²
200Hz	0.277	m/s ²	200Hz	0.192	m/s ²	200Hz	0.148	m/s ²
250Hz	0.278	m/s ²	250Hz	0.275	m/s ²	250Hz	0.164	m/s ²
315Hz	0.217	m/s ²	315Hz	0.189	m/s ²	315Hz	0.124	m/s ²
400Hz	0.168	m/s ²	400Hz	0.172	m/s ²	400Hz	0.139	m/s ²
500Hz	0.171	m/s ²	500Hz	0.176	m/s ²	500Hz	0.155	m/s ²

Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5) – Antony Borbua

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.286	m/s ²	0.8Hz	0.751	m/s ²	0.8Hz	0.349	m/s ²
1Hz	0.284	m/s ²	1Hz	0.909	m/s ²	1Hz	0.494	m/s ²
1.25Hz	0.337	m/s ²	1.25Hz	1.15	m/s ²	1.25Hz	0.708	m/s ²
1.6Hz	0.440	m/s ²	1.6Hz	1.47	m/s ²	1.6Hz	0.938	m/s ²
2Hz	0.545	m/s ²	2Hz	1.58	m/s ²	2Hz	1.21	m/s ²
2.5Hz	0.801	m/s ²	2.5Hz	1.67	m/s ²	2.5Hz	1.42	m/s ²
3.15Hz	0.874	m/s ²	3.15Hz	1.68	m/s ²	3.15Hz	1.65	m/s ²
4Hz	0.973	m/s ²	4Hz	1.50	m/s ²	4Hz	1.62	m/s ²
5Hz	0.953	m/s ²	5Hz	1.40	m/s ²	5Hz	1.49	m/s ²
6.3Hz	0.708	m/s ²	6.3Hz	1.20	m/s ²	6.3Hz	1.23	m/s ²
8Hz	0.461	m/s ²	8Hz	0.872	m/s ²	8Hz	1.05	m/s ²
10Hz	0.637	m/s ²	10Hz	0.960	m/s ²	10Hz	1.01	m/s ²
12.5Hz	0.763	m/s ²	12.5Hz	1.05	m/s ²	12.5Hz	0.940	m/s ²
16Hz	0.854	m/s ²	16Hz	0.782	m/s ²	16Hz	0.769	m/s ²
20Hz	0.667	m/s ²	20Hz	0.610	m/s ²	20Hz	0.614	m/s ²
25Hz	0.598	m/s ²	25Hz	0.663	m/s ²	25Hz	0.427	m/s ²
31.5Hz	0.472	m/s ²	31.5Hz	0.489	m/s ²	31.5Hz	0.263	m/s ²
40Hz	0.583	m/s ²	40Hz	0.991	m/s ²	40Hz	0.166	m/s ²
50Hz	0.394	m/s ²	50Hz	0.443	m/s ²	50Hz	0.163	m/s ²
63Hz	0.482	m/s ²	63Hz	0.521	m/s ²	63Hz	0.181	m/s ²
80Hz	0.715	m/s ²	80Hz	0.618	m/s ²	80Hz	0.189	m/s ²
100Hz	0.605	m/s ²	100Hz	0.708	m/s ²	100Hz	0.181	m/s ²
125Hz	0.491	m/s ²	125Hz	0.611	m/s ²	125Hz	0.193	m/s ²
160Hz	0.273	m/s ²	160Hz	0.472	m/s ²	160Hz	0.156	m/s ²
200Hz	0.194	m/s ²	200Hz	0.336	m/s ²	200Hz	0.133	m/s ²
250Hz	0.163	m/s ²	250Hz	0.272	m/s ²	250Hz	0.162	m/s ²
315Hz	0.141	m/s ²	315Hz	0.165	m/s ²	315Hz	0.128	m/s ²
400Hz	0.172	m/s ²	400Hz	0.174	m/s ²	400Hz	0.141	m/s ²
500Hz	0.172	m/s ²	500Hz	0.173	m/s ²	500Hz	0.157	m/s ²

Planta de Procesos (Molinos) – Luis Salinas

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.09	m/s ²	0.8Hz	1.22	m/s ²	0.8Hz	0.599	m/s ²
1Hz	1.18	m/s ²	1Hz	1.58	m/s ²	1Hz	1.01	m/s ²
1.25Hz	1.47	m/s ²	1.25Hz	1.60	m/s ²	1.25Hz	0.921	m/s ²
1.6Hz	1.15	m/s ²	1.6Hz	0.995	m/s ²	1.6Hz	1.20	m/s ²
2Hz	0.901	m/s ²	2Hz	0.746	m/s ²	2Hz	2.32	m/s ²
2.5Hz	0.906	m/s ²	2.5Hz	0.643	m/s ²	2.5Hz	4.24	m/s ²
3.15Hz	0.610	m/s ²	3.15Hz	0.604	m/s ²	3.15Hz	1.42	m/s ²
4Hz	0.511	m/s ²	4Hz	0.608	m/s ²	4Hz	0.768	m/s ²
5Hz	0.573	m/s ²	5Hz	0.970	m/s ²	5Hz	0.877	m/s ²
6.3Hz	0.995	m/s ²	6.3Hz	1.19	m/s ²	6.3Hz	1.18	m/s ²
8Hz	1.58	m/s ²	8Hz	1.16	m/s ²	8Hz	1.30	m/s ²
10Hz	2.94	m/s ²	10Hz	1.31	m/s ²	10Hz	0.883	m/s ²
12.5Hz	2.86	m/s ²	12.5Hz	1.31	m/s ²	12.5Hz	1.10	m/s ²
16Hz	0.682	m/s ²	16Hz	0.510	m/s ²	16Hz	1.23	m/s ²
20Hz	0.755	m/s ²	20Hz	0.565	m/s ²	20Hz	1.21	m/s ²
25Hz	1.30	m/s ²	25Hz	1.22	m/s ²	25Hz	0.933	m/s ²
31.5Hz	1.85	m/s ²	31.5Hz	1.54	m/s ²	31.5Hz	0.659	m/s ²
40Hz	1.77	m/s ²	40Hz	1.66	m/s ²	40Hz	0.341	m/s ²
50Hz	0.890	m/s ²	50Hz	0.567	m/s ²	50Hz	0.252	m/s ²
63Hz	0.934	m/s ²	63Hz	0.623	m/s ²	63Hz	0.260	m/s ²
80Hz	0.502	m/s ²	80Hz	0.278	m/s ²	80Hz	0.151	m/s ²
100Hz	0.742	m/s ²	100Hz	0.235	m/s ²	100Hz	0.141	m/s ²
125Hz	0.653	m/s ²	125Hz	0.333	m/s ²	125Hz	0.157	m/s ²
160Hz	0.460	m/s ²	160Hz	0.327	m/s ²	160Hz	0.195	m/s ²
200Hz	0.299	m/s ²	200Hz	0.217	m/s ²	200Hz	0.157	m/s ²
250Hz	0.247	m/s ²	250Hz	0.187	m/s ²	250Hz	0.153	m/s ²
315Hz	0.171	m/s ²	315Hz	0.160	m/s ²	315Hz	0.160	m/s ²
400Hz	0.247	m/s ²	400Hz	0.194	m/s ²	400Hz	0.202	m/s ²
500Hz	0.204	m/s ²	500Hz	0.177	m/s ²	500Hz	0.335	m/s ²

Planta de Procesos (Molinos) – Iván Pérez

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.547	m/s ²	0.8Hz	7.87E-2	m/s ²	0.8Hz	0.456	m/s ²
1Hz	0.452	m/s ²	1Hz	8.84E-2	m/s ²	1Hz	0.413	m/s ²
1.25Hz	0.335	m/s ²	1.25Hz	7.45E-2	m/s ²	1.25Hz	0.398	m/s ²
1.6Hz	0.298	m/s ²	1.6Hz	7.63E-2	m/s ²	1.6Hz	0.606	m/s ²
2Hz	0.348	m/s ²	2Hz	8.84E-2	m/s ²	2Hz	1.46	m/s ²
2.5Hz	0.363	m/s ²	2.5Hz	7.45E-2	m/s ²	2.5Hz	1.83	m/s ²
3.15Hz	0.192	m/s ²	3.15Hz	7.84E-2	m/s ²	3.15Hz	0.746	m/s ²
4Hz	0.206	m/s ²	4Hz	8.99E-2	m/s ²	4Hz	0.560	m/s ²
5Hz	0.154	m/s ²	5Hz	8.14E-2	m/s ²	5Hz	0.589	m/s ²
6.3Hz	0.177	m/s ²	6.3Hz	8.67E-2	m/s ²	6.3Hz	0.695	m/s ²
8Hz	0.308	m/s ²	8Hz	0.102	m/s ²	8Hz	0.902	m/s ²
10Hz	0.596	m/s ²	10Hz	8.64E-2	m/s ²	10Hz	0.838	m/s ²
12.5Hz	0.542	m/s ²	12.5Hz	0.177	m/s ²	12.5Hz	0.915	m/s ²
16Hz	0.683	m/s ²	16Hz	0.157	m/s ²	16Hz	0.596	m/s ²
20Hz	0.350	m/s ²	20Hz	0.137	m/s ²	20Hz	0.405	m/s ²
25Hz	2.36	m/s ²	25Hz	2.48	m/s ²	25Hz	0.625	m/s ²
31.5Hz	4.65	m/s ²	31.5Hz	4.97	m/s ²	31.5Hz	1.07	m/s ²
40Hz	0.234	m/s ²	40Hz	0.168	m/s ²	40Hz	0.131	m/s ²
50Hz	0.329	m/s ²	50Hz	0.172	m/s ²	50Hz	0.128	m/s ²
63Hz	0.554	m/s ²	63Hz	0.260	m/s ²	63Hz	0.171	m/s ²
80Hz	0.263	m/s ²	80Hz	0.169	m/s ²	80Hz	9.67E-2	m/s ²
100Hz	0.181	m/s ²	100Hz	0.137	m/s ²	100Hz	0.106	m/s ²
125Hz	0.236	m/s ²	125Hz	0.159	m/s ²	125Hz	0.131	m/s ²
160Hz	0.173	m/s ²	160Hz	0.130	m/s ²	160Hz	0.103	m/s ²
200Hz	0.154	m/s ²	200Hz	0.124	m/s ²	200Hz	0.118	m/s ²
250Hz	0.149	m/s ²	250Hz	0.136	m/s ²	250Hz	0.138	m/s ²
315Hz	0.138	m/s ²	315Hz	0.128	m/s ²	315Hz	0.125	m/s ²
400Hz	0.145	m/s ²	400Hz	0.143	m/s ²	400Hz	0.143	m/s ²
500Hz	0.158	m/s ²	500Hz	0.159	m/s ²	500Hz	0.161	m/s ²

Presa Este de la IMR (Plataforma 3) – Ricardo Bonilla

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	2.39	m/s ²	0.8Hz	0.391	m/s ²	0.8Hz	0.461	m/s ²
1Hz	2.95	m/s ²	1Hz	0.465	m/s ²	1Hz	0.529	m/s ²
1.25Hz	3.65	m/s ²	1.25Hz	0.426	m/s ²	1.25Hz	0.737	m/s ²
1.6Hz	3.24	m/s ²	1.6Hz	0.402	m/s ²	1.6Hz	1.09	m/s ²
2Hz	1.97	m/s ²	2Hz	0.484	m/s ²	2Hz	1.61	m/s ²
2.5Hz	2.12	m/s ²	2.5Hz	0.822	m/s ²	2.5Hz	3.57	m/s ²
3.15Hz	3.60	m/s ²	3.15Hz	0.788	m/s ²	3.15Hz	3.38	m/s ²
4Hz	3.62	m/s ²	4Hz	0.688	m/s ²	4Hz	2.01	m/s ²
5Hz	2.30	m/s ²	5Hz	0.475	m/s ²	5Hz	1.79	m/s ²
6.3Hz	2.21	m/s ²	6.3Hz	0.340	m/s ²	6.3Hz	1.70	m/s ²
8Hz	2.09	m/s ²	8Hz	0.397	m/s ²	8Hz	2.25	m/s ²
10Hz	3.83	m/s ²	10Hz	0.785	m/s ²	10Hz	2.93	m/s ²
12.5Hz	5.83	m/s ²	12.5Hz	0.988	m/s ²	12.5Hz	2.71	m/s ²
16Hz	3.80	m/s ²	16Hz	0.790	m/s ²	16Hz	2.05	m/s ²
20Hz	1.84	m/s ²	20Hz	0.319	m/s ²	20Hz	1.00	m/s ²
25Hz	1.57	m/s ²	25Hz	0.288	m/s ²	25Hz	0.707	m/s ²
31.5Hz	1.87	m/s ²	31.5Hz	0.816	m/s ²	31.5Hz	0.603	m/s ²
40Hz	1.27	m/s ²	40Hz	0.202	m/s ²	40Hz	0.375	m/s ²
50Hz	0.992	m/s ²	50Hz	0.162	m/s ²	50Hz	0.294	m/s ²
63Hz	0.736	m/s ²	63Hz	0.198	m/s ²	63Hz	0.266	m/s ²
80Hz	0.747	m/s ²	80Hz	0.472	m/s ²	80Hz	0.244	m/s ²
100Hz	0.600	m/s ²	100Hz	0.160	m/s ²	100Hz	0.202	m/s ²
125Hz	0.466	m/s ²	125Hz	0.163	m/s ²	125Hz	0.199	m/s ²
160Hz	0.427	m/s ²	160Hz	0.146	m/s ²	160Hz	0.164	m/s ²
200Hz	0.393	m/s ²	200Hz	0.175	m/s ²	200Hz	0.195	m/s ²
250Hz	0.372	m/s ²	250Hz	0.227	m/s ²	250Hz	0.215	m/s ²
315Hz	0.330	m/s ²	315Hz	0.209	m/s ²	315Hz	0.229	m/s ²
400Hz	0.218	m/s ²	400Hz	0.167	m/s ²	400Hz	0.223	m/s ²
500Hz	0.216	m/s ²	500Hz	0.182	m/s ²	500Hz	0.251	m/s ²

Presa Este de la IMR (Plataforma 3) – Werner Hills

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.46	m/s ²	0.8Hz	1.08	m/s ²	0.8Hz	0.770	m/s ²
1Hz	1.49	m/s ²	1Hz	1.23	m/s ²	1Hz	1.54	m/s ²
1.25Hz	1.36	m/s ²	1.25Hz	1.51	m/s ²	1.25Hz	3.25	m/s ²
1.6Hz	1.74	m/s ²	1.6Hz	1.59	m/s ²	1.6Hz	1.93	m/s ²
2Hz	2.13	m/s ²	2Hz	2.67	m/s ²	2Hz	1.58	m/s ²
2.5Hz	1.89	m/s ²	2.5Hz	2.44	m/s ²	2.5Hz	1.02	m/s ²
3.15Hz	1.96	m/s ²	3.15Hz	1.85	m/s ²	3.15Hz	0.608	m/s ²
4Hz	2.26	m/s ²	4Hz	2.23	m/s ²	4Hz	0.517	m/s ²
5Hz	2.75	m/s ²	5Hz	2.71	m/s ²	5Hz	0.563	m/s ²
6.3Hz	1.88	m/s ²	6.3Hz	1.97	m/s ²	6.3Hz	0.559	m/s ²
8Hz	1.22	m/s ²	8Hz	1.21	m/s ²	8Hz	0.475	m/s ²
10Hz	1.22	m/s ²	10Hz	1.01	m/s ²	10Hz	0.518	m/s ²
12.5Hz	1.23	m/s ²	12.5Hz	1.09	m/s ²	12.5Hz	0.584	m/s ²
16Hz	1.18	m/s ²	16Hz	1.24	m/s ²	16Hz	0.488	m/s ²
20Hz	1.52	m/s ²	20Hz	1.11	m/s ²	20Hz	0.499	m/s ²
25Hz	1.16	m/s ²	25Hz	1.16	m/s ²	25Hz	0.370	m/s ²
31.5Hz	1.17	m/s ²	31.5Hz	1.42	m/s ²	31.5Hz	0.269	m/s ²
40Hz	1.01	m/s ²	40Hz	1.17	m/s ²	40Hz	0.180	m/s ²
50Hz	0.770	m/s ²	50Hz	0.669	m/s ²	50Hz	0.174	m/s ²
63Hz	0.752	m/s ²	63Hz	0.572	m/s ²	63Hz	0.220	m/s ²
80Hz	0.638	m/s ²	80Hz	0.818	m/s ²	80Hz	0.197	m/s ²
100Hz	0.553	m/s ²	100Hz	1.07	m/s ²	100Hz	0.220	m/s ²
125Hz	0.542	m/s ²	125Hz	1.10	m/s ²	125Hz	0.157	m/s ²
160Hz	0.431	m/s ²	160Hz	0.817	m/s ²	160Hz	0.119	m/s ²
200Hz	0.379	m/s ²	200Hz	0.631	m/s ²	200Hz	0.128	m/s ²
250Hz	0.264	m/s ²	250Hz	0.451	m/s ²	250Hz	0.135	m/s ²
315Hz	0.282	m/s ²	315Hz	0.493	m/s ²	315Hz	0.132	m/s ²
400Hz	0.202	m/s ²	400Hz	0.236	m/s ²	400Hz	0.145	m/s ²
500Hz	0.207	m/s ²	500Hz	0.204	m/s ²	500Hz	0.161	m/s ²

Planta de Generación Eléctrica - Clemente Corro

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.559	m/s ²	0.8Hz	0.172	m/s ²	0.8Hz	7.26E-2	m/s ²
1Hz	0.649	m/s ²	1Hz	0.151	m/s ²	1Hz	7.57E-2	m/s ²
1.25Hz	0.513	m/s ²	1.25Hz	0.131	m/s ²	1.25Hz	6.12E-2	m/s ²
1.6Hz	0.595	m/s ²	1.6Hz	0.144	m/s ²	1.6Hz	6.73E-2	m/s ²
2Hz	0.791	m/s ²	2Hz	0.167	m/s ²	2Hz	7.61E-2	m/s ²
2.5Hz	0.612	m/s ²	2.5Hz	0.179	m/s ²	2.5Hz	6.96E-2	m/s ²
3.15Hz	0.971	m/s ²	3.15Hz	0.161	m/s ²	3.15Hz	0.116	m/s ²
4Hz	1.01	m/s ²	4Hz	0.173	m/s ²	4Hz	0.115	m/s ²
5Hz	1.42	m/s ²	5Hz	0.264	m/s ²	5Hz	9.61E-2	m/s ²
6.3Hz	0.949	m/s ²	6.3Hz	0.285	m/s ²	6.3Hz	0.109	m/s ²
8Hz	0.455	m/s ²	8Hz	0.277	m/s ²	8Hz	0.112	m/s ²
10Hz	0.344	m/s ²	10Hz	0.272	m/s ²	10Hz	0.103	m/s ²
12.5Hz	0.402	m/s ²	12.5Hz	0.197	m/s ²	12.5Hz	0.102	m/s ²
16Hz	0.405	m/s ²	16Hz	0.179	m/s ²	16Hz	0.145	m/s ²
20Hz	0.427	m/s ²	20Hz	0.257	m/s ²	20Hz	0.185	m/s ²
25Hz	0.401	m/s ²	25Hz	0.277	m/s ²	25Hz	9.38E-2	m/s ²
31.5Hz	0.624	m/s ²	31.5Hz	0.396	m/s ²	31.5Hz	0.102	m/s ²
40Hz	0.755	m/s ²	40Hz	0.351	m/s ²	40Hz	8.38E-2	m/s ²
50Hz	0.732	m/s ²	50Hz	0.191	m/s ²	50Hz	9.56E-2	m/s ²
63Hz	0.699	m/s ²	63Hz	0.154	m/s ²	63Hz	0.102	m/s ²
80Hz	0.457	m/s ²	80Hz	0.144	m/s ²	80Hz	9.37E-2	m/s ²
100Hz	0.191	m/s ²	100Hz	0.153	m/s ²	100Hz	0.110	m/s ²
125Hz	0.187	m/s ²	125Hz	0.134	m/s ²	125Hz	0.113	m/s ²
160Hz	0.162	m/s ²	160Hz	0.127	m/s ²	160Hz	0.101	m/s ²
200Hz	0.149	m/s ²	200Hz	0.134	m/s ²	200Hz	0.112	m/s ²
250Hz	0.141	m/s ²	250Hz	0.141	m/s ²	250Hz	0.127	m/s ²
315Hz	0.139	m/s ²	315Hz	0.138	m/s ²	315Hz	0.125	m/s ²
400Hz	0.159	m/s ²	400Hz	0.154	m/s ²	400Hz	0.139	m/s ²
500Hz	0.159	m/s ²	500Hz	0.166	m/s ²	500Hz	0.164	m/s ²

Antiguo Polvorín (Almacén de Nitrato de Amonio) – Calixto Martínez

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.397	m/s ²	0.8Hz	0.189	m/s ²	0.8Hz	0.227	m/s ²
1Hz	0.443	m/s ²	1Hz	0.229	m/s ²	1Hz	0.267	m/s ²
1.25Hz	0.654	m/s ²	1.25Hz	0.300	m/s ²	1.25Hz	0.364	m/s ²
1.6Hz	0.838	m/s ²	1.6Hz	0.375	m/s ²	1.6Hz	0.550	m/s ²
2Hz	1.19	m/s ²	2Hz	0.376	m/s ²	2Hz	0.825	m/s ²
2.5Hz	1.32	m/s ²	2.5Hz	0.292	m/s ²	2.5Hz	1.26	m/s ²
3.15Hz	1.24	m/s ²	3.15Hz	0.308	m/s ²	3.15Hz	1.35	m/s ²
4Hz	0.924	m/s ²	4Hz	0.499	m/s ²	4Hz	1.30	m/s ²
5Hz	0.972	m/s ²	5Hz	0.743	m/s ²	5Hz	1.22	m/s ²
6.3Hz	1.69	m/s ²	6.3Hz	1.27	m/s ²	6.3Hz	2.35	m/s ²
8Hz	1.44	m/s ²	8Hz	0.836	m/s ²	8Hz	1.36	m/s ²
10Hz	1.31	m/s ²	10Hz	0.886	m/s ²	10Hz	1.91	m/s ²
12.5Hz	2.03	m/s ²	12.5Hz	1.72	m/s ²	12.5Hz	3.44	m/s ²
16Hz	1.98	m/s ²	16Hz	1.60	m/s ²	16Hz	1.66	m/s ²
20Hz	3.49	m/s ²	20Hz	3.41	m/s ²	20Hz	2.07	m/s ²
25Hz	3.91	m/s ²	25Hz	4.76	m/s ²	25Hz	1.57	m/s ²
31.5Hz	3.29	m/s ²	31.5Hz	3.98	m/s ²	31.5Hz	1.27	m/s ²
40Hz	3.72	m/s ²	40Hz	2.29	m/s ²	40Hz	0.726	m/s ²
50Hz	2.23	m/s ²	50Hz	2.32	m/s ²	50Hz	0.680	m/s ²
63Hz	1.53	m/s ²	63Hz	1.26	m/s ²	63Hz	0.707	m/s ²
80Hz	0.603	m/s ²	80Hz	0.519	m/s ²	80Hz	0.504	m/s ²
100Hz	0.485	m/s ²	100Hz	0.491	m/s ²	100Hz	0.483	m/s ²
125Hz	0.423	m/s ²	125Hz	0.341	m/s ²	125Hz	0.235	m/s ²
160Hz	0.326	m/s ²	160Hz	0.373	m/s ²	160Hz	0.164	m/s ²
200Hz	0.235	m/s ²	200Hz	0.181	m/s ²	200Hz	0.148	m/s ²
250Hz	0.168	m/s ²	250Hz	0.160	m/s ²	250Hz	0.142	m/s ²
315Hz	0.146	m/s ²	315Hz	0.137	m/s ²	315Hz	0.136	m/s ²
400Hz	0.152	m/s ²	400Hz	0.148	m/s ²	400Hz	0.156	m/s ²
500Hz	0.160	m/s ²	500Hz	0.161	m/s ²	500Hz	0.207	m/s ²

Anexo 2.5.2. Certificado de calibración del equipo



CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.**



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 30/07/2018
Processo: 18546

Nome: Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. (CODESA)
Endereço: Via Ricardo J. Alfaro, Oficina M-23 - Plaza Aventura - Panamá - RP

Equipamento: Medidor de Vibração
Marca: Casella Cel
Modelo: CEL-960

Número de Série: 20152
Identificação: ECQ 0060

Acelerômetro (ACL-1): 01dB
AP2042

Acelerômetro (ACL-2): Casella Cel
CEL-960ACC2

2021
20101

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Acelerômetro	P172	DIMCI 1206/2016	INMETRO
Sistema de Aquisição	P182	RBC 16/0880	RBC
Amplificador	P256		Sistema de Aquisição P182
Shaker	P203		Gerador (teste dinâmico) P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro P161
Conversor Carga/CCP	P183		Higrômetro P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento. As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação. Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com clonocilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 24,3 °C, Umidade Relativa: 61 %. Temperatura média do transdutor 24,0 °C.

Observações gerais:

- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.
- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.
- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emissor. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.
- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.
- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante: _____

Página: 1/6

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

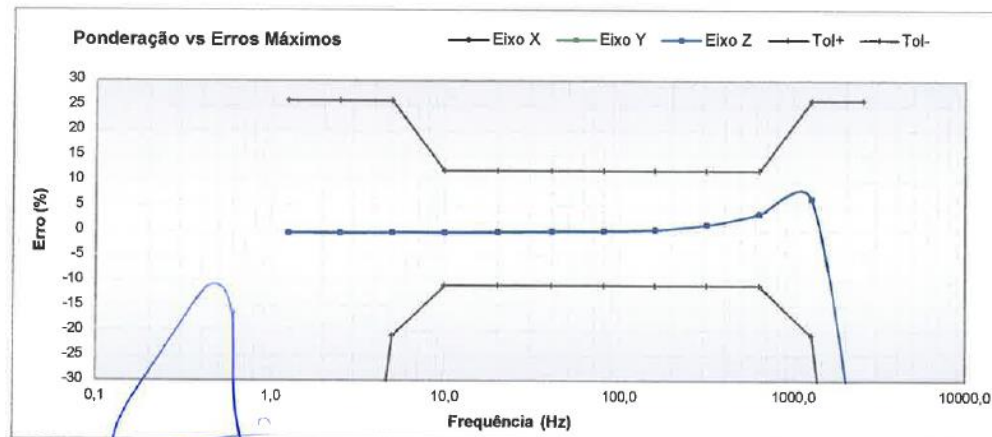
R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 - São Caetano do Sul - SP - CEP 09560-380 - Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator W _h (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência W_h	0,8	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,4	-0,4	-0,4	0,040	26	-100	0,4
	1,6	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,158	26	-100	0,4
	3,15	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---
	5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
	6,3	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---
	10	-0,3	-0,3	-0,3	0,951	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---
	20	-0,2	-0,2	-0,2	0,782	12	-11	0,2
	25	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---
	40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
	50	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
	100	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---
	160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
	200	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---
	315	1,2	1,2	1,2	0,050	12	-11	0,2
	400	---	---	---	---	---	---	---
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	3,4	3,4	3,4	0,024	12	-11	0,2
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	6,4	6,4	6,4	0,009	26	-21	0,6
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	-52,4	-51,9	-52,4	0,002	26	-100	0,6
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante: _____

Página: 2/6

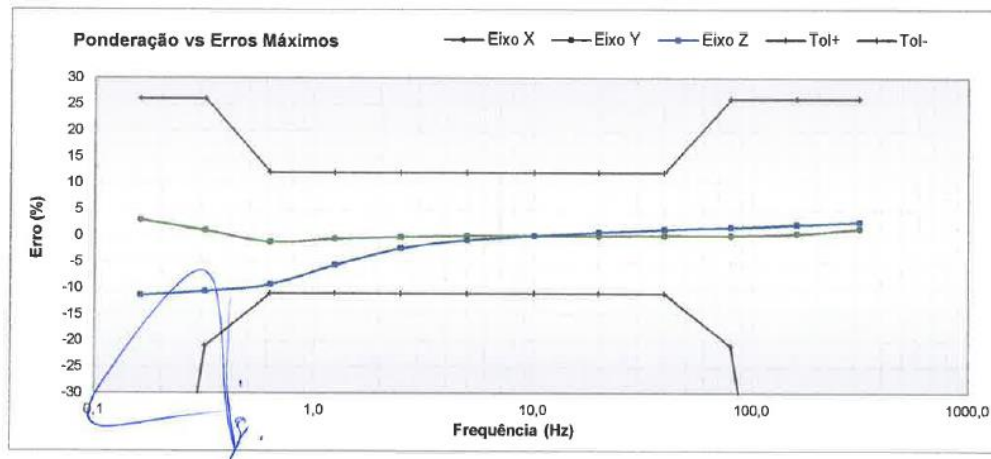
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
0,16	3,0	3,0	-11,3	0,155	0,078	26	-100	0,8
0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
0,315	1,0	1,0	-10,6	0,533	0,264	26	-21	0,8
0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
0,63	-1,2	-1,2	-9,3	0,944	0,459	12	-11	0,8
0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,6	-0,5	-5,5	1,007	0,485	12	-11	0,8
1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,2	-0,2	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	-0,8	0,408	1,039	12	-11	0,8
6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
25	---	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0,1	0,0	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,1	1,7	0,021	0,134	26	-21	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---	---
160	0,4	0,5	2,2	0,005	0,029	26	-100	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---	---
315	1,4	1,4	2,6	0,001	0,004	26	-100	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---	---



Executante: _____

Página: 3/6

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

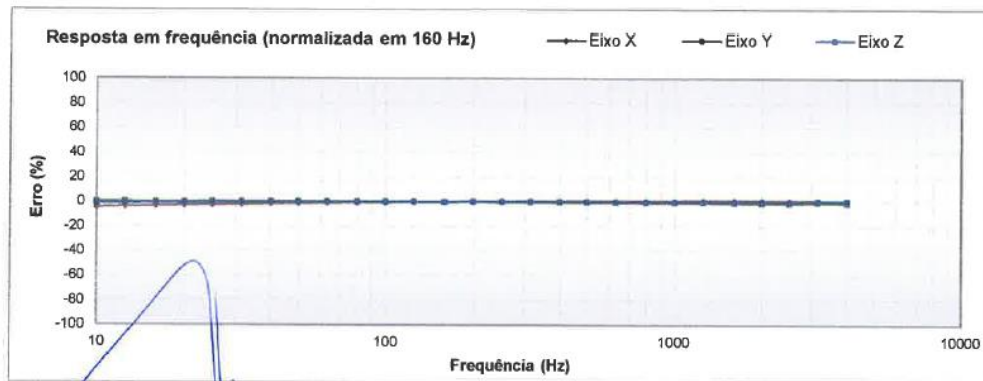
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-1	10	0,9807	-4,3	1,011	0,2	0,9871	-1,1	1,9
	12,5	0,9867	-3,7	1,010	0,1	0,9881	-1,0	1,7
	16	0,9918	-3,2	1,008	0,0	0,9893	-0,8	1,5
	20	0,9966	-2,7	1,009	0,0	0,9909	-0,7	1,5
	25	1,001	-2,3	1,010	0,1	0,9927	-0,5	1,5
	31,5	1,005	-1,9	1,010	0,2	0,9941	-0,4	1,2
	40	1,010	-1,4	1,010	0,2	0,9952	-0,3	1,2
	50	1,014	-1,0	1,010	0,2	0,9962	-0,1	0,8
	63	1,018	-0,7	1,011	0,2	0,9970	-0,1	0,8
	80	1,020	-0,4	1,010	0,2	0,9974	0,0	0,8
	100	1,022	-0,3	1,009	0,1	0,9980	0,0	0,8
	125	1,024	-0,1	1,009	0,1	0,9984	0,1	0,8
	160	1,025	0,0	1,008	0,0	0,9977	0,0	0,8
	200	1,027	0,2	1,010	0,1	0,9993	0,2	0,8
	250	1,029	0,4	1,009	0,1	0,9988	0,1	0,8
	315	1,030	0,6	1,009	0,0	0,9990	0,1	0,8
	400	1,032	0,7	1,008	0,0	0,9992	0,1	0,8
	500	1,033	0,9	1,008	-0,1	0,9987	0,1	0,8
	630	1,035	1,0	1,007	-0,2	0,9983	0,1	0,8
	800	1,035	1,0	1,006	-0,3	0,9981	0,0	0,8
	1000	1,035	1,0	1,004	-0,4	0,9976	0,0	0,8
	1250	1,036	1,1	1,003	-0,5	0,9975	0,0	1,2
	1600	1,036	1,1	1,000	-0,8	0,9972	0,0	1,2
	2000	1,036	1,1	0,9972	-1,1	0,9978	0,0	1,2
	2500	1,034	0,9	0,9976	-1,1	0,9978	0,0	1,5
	3150	1,032	0,7	1,003	-0,6	1,003	0,5	2,0
	4000	1,027	0,2	0,9971	-1,1	1,003	0,5	2,5
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	1,020	1,010	0,9974
	160	1,025	1,008	0,9977
mV/gn	80	10,00	9,905	9,781
	160	10,05	9,885	9,784



Executante: _____

Página: 4/6



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

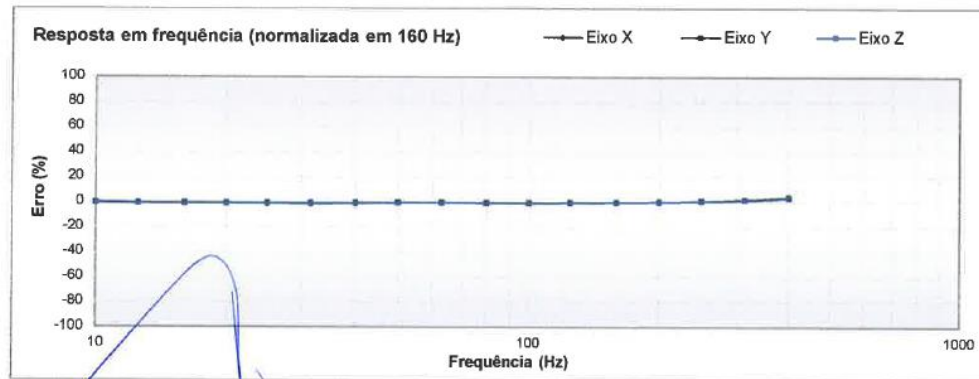
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,85	-0,3	11,88	-0,1	11,87	-0,2	1,9
	12,5	11,82	-0,5	11,84	-0,4	11,85	-0,4	1,7
	16	11,78	-0,8	11,80	-0,7	11,82	-0,7	1,5
	20	11,78	-0,9	11,80	-0,7	11,82	-0,6	1,5
	25	11,78	-0,9	11,80	-0,8	11,83	-0,5	1,5
	31,5	11,75	-1,1	11,79	-0,8	11,84	-0,5	1,2
	40	11,80	-0,7	11,85	-0,3	11,84	-0,5	1,2
	50	11,85	-0,2	11,87	-0,1	11,85	-0,4	0,8
	63	11,84	-0,4	11,85	-0,3	11,88	-0,1	0,8
	80	11,85	-0,3	11,87	-0,1	11,84	-0,4	0,8
	100	11,86	-0,2	11,88	-0,1	11,82	-0,6	0,8
	125	11,87	-0,1	11,88	0,0	11,88	-0,1	0,8
	160	11,88	0,0	11,89	0,0	11,89	0,0	0,8
	200	11,93	0,5	11,94	0,4	11,95	0,4	0,8
	250	12,02	1,1	12,00	1,0	12,02	1,0	0,8
	315	12,16	2,3	12,13	2,1	12,13	2,0	0,8
	400	12,35	4,0	12,39	4,2	12,32	3,6	0,8
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	---	---	---	---	---	---	---
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	---	---	---	---	---	---	---
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	---	---	---	---	---	---	---
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	11,85	11,87	11,84
	160	11,88	11,89	11,89
mV/gn	80	116,2	116,4	116,1
	160	116,5	116,6	116,6



Executante: _____

Página: 5/6



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceração de Referência (m/s ²)	Aceração Medida (m/s ²)	Fundo de Escala	Erro (m/s ²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,51	3000	0,01	2,0	± 2,0	4,4
1,00	1,00	3000	0,00	0,0	± 2,0	2,3
2,00	1,99	3000	-0,01	-0,5	± 2,0	1,3
3,00	2,98	3000	-0,02	-0,7	± 2,0	1,1
4,00	3,98	3000	-0,02	-0,5	± 2,0	0,9
5,00	4,97	3000	-0,03	-0,6	± 2,0	0,9
10,00	9,95	3000	-0,05	-0,5	± 2,0	0,8
20,00	19,90	3000	-0,10	-0,5	± 2,0	0,8
30,00	29,85	3000	-0,15	-0,5	± 2,0	0,8
40,00	39,70	3000	-0,30	-0,7	± 2,0	0,8
50,00	49,55	3000	-0,45	-0,9	± 2,0	0,8
60,00	59,40	3000	-0,60	-1,0	± 2,0	0,8
70,00	69,25	3000	-0,75	-1,1	± 2,0	0,8
80,00	79,10	3000	-0,90	-1,1	± 2,0	0,8
90,00	88,95	3000	-1,05	-1,2	± 2,0	0,8
100,00	98,80	3000	-1,20	-1,2	± 2,0	0,8

Enrique Bondarenc
Signatário Autorizado

Data da emissão: 31/07/2018

Página:6/6

Anexo 2.5.3. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505

Referencia:

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12

Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513

Posición: 3627

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION N° 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI - COPANIT 45 - 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en m / s^2 Tiempo de exposición diaria							
	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.280	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.050	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m/s^2 Tiempo de exposición diaria							
	(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min < 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.5.4. Cadenas de Custodia

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Río del medio, Sector 1, MPSA			Fecha	22/julio/2019		
Promotor	MPSA			Persona de Contacto	Francisco De Arco		
Teléfono	0378-7016			e-mail	Francisco.DeArco@fgml.com		

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Mario Caballero	HP 983287 N 537127 E	X	9:48 am	10:04 am	15 minutos	Operador de factor de	Vibrómetro Casella
		Y	10:07 am	10:23 am	15 minutos	Cadena	
		Z	10:24 am	10:39 am	15 minutos		

Observaciones

DZ026, Cat. D8T.

*Lugar: Presa Norte de IMR (Río del medio, Sector 1).

Yelenitska Yalmon
Jonathan Corro

Elaborado por

Fecha:

22/julio/2019

Hora:

10:00am

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Río del Medio, Sector 1, MPSA	Fecha	22/ julio/ 2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Franco De Caceres
Teléfono	6378-7016	e-mail	Franco.de.caceres@gmail.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Dehin Arauz	17P 983281 N 537156 E	X	11:09 am	11:27 am	15 minutos	Operador de compactador	Vibrometro Cella
		Y	11:28 am	11:43 am	15 minutos	de rodillo	
		Z	11:44 am	12:02 pm	15 minutos		

Observaciones

4762, VC014, BOMAG BW 219 DH.
*Lugar: Pasa Norte de IMR (Río del Medio, Sector 1).

Elaborado por

Yelensky Yalman
Jonathan Corso

Fecha: 22/ julio/ 2019

Hora: 10:00 am

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panama'		
Lugar	Donoso, calón (Dique 10, Plataforma 5).	Fecha	22/julio/2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6878-7016	e-mail	Francisco.dearco@fpmi.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Juan Chacón	17P 539225E 979753N	X	2:40 pm	2:55 pm	15 minutos	Operador de pala hidráulica	Vibómetro Casella
		Y	2:59 pm	3:15 pm	15 minutos		
		Z	3:17 pm	3:32 pm	15 minutos		

Observaciones	Bluefin Rental Trc., modelo Volvo EC350DL. EX1 - - Sitio Dique 10, Plataforma 5. * <u>Lugar</u>: Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5).		
Elaborado por	Yelinappa Yaloma Jonathan Cano		Fecha: 22/julio/2019 Hora: 3:00 pm

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Dique 10, Plataforma 5, MP5A	Fecha	22/julio/2019
Promotor	MP5A	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@pym.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Antony Borbliu	17P 0539258E 0979747N	X	3:37 pm	3:55 pm	15 minuto	Operador de excavadora pala hidráulica	Vibrómetro Casella
		Y	3:58 pm	4:13 pm	15 minuto		
		Z	4:14 pm	4:30 pm	15 minuto		

Observaciones	Comagro, S.A.		
	Volvo, EX131, EC. — (no se puede observar, bueno).		
	* Lugar: Presa Este de la IMR (Dique 10, Plataforma 5).		
	Glenilda Yalman Jonathan Corro		
Elaborado por	Fecha: 22/julio/2019		Hora: 3:40 pm

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Paramá		
Lugar	Planta de Procesos, Molinos	Fecha	23/julio/2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@fgm.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Luis Salinas	17P 0540101E 0978148N	X	1:55 pm	2:15 pm	15 minutos	Operador de	Vibrómetro Osella
		Y	2:17 pm	2:32 pm	15 minutos	telehandler	
		Z	2:35 pm	2:50 pm	15 minutos	(cargador telescopico)	

Observaciones	ICB (Cardox 2 Lindo Rental), Modelo 540-170		
	17P 0540101E/0978148N		
	* Lugar: Planta de Procesos (Molino).		
Elaborado por	Jelencito Galema	Fecha:	23/julio/2019
		Hora:	2:30pm

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Planta de Procesos, Molino, MPSA	Fecha	23/ julio /2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@fgml.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Juan Pérez	17D 0540166E 0977951N	X	3:11 pm	3:27 pm	15 minuto	Operador de cargador	Vibrometro Cosella
		Y	3:30 pm	3:46 pm	15 minuto	telescopico	
		Z	3:47 pm	4:02 pm	15 minuto	(Telehandler)	

Observaciones

HTH 10.10, MAGNI, TA021.
* Lugar: Planta de Procesos (Molino).

Elaborado por

Yleinishta Yalman

Fecha:

23/ julio /2019

Hora: 3:30pm

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cable Bonoma'		
Lugar	Plataforma 3, Presa Este, MPSA	Fecha	24/julio/2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	0378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@psa.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Ricardo Bonilla	17P 0538869E 0980997N	X	10:42 am	11:03 am	15 minutos	Operador de compactadora de rodillo	Vibrómetro Cosella
		Y	11:10 am	11:26 am	15 minutos		
		Z	11:27 am	11:43 pm	15 minutos		

Observaciones

- Equipo Volvo: Empresa Comagro S.A.
- Encargado del área Henry Rodríguez.
- * Lugar: Presa Este de la IMR (Plataforma 3).

Elaborado por

Alejandro Maleman
George Ortega

Fecha: 24/julio/2019

Hora: 10:30
am

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Plataforma 3, Presa Este, MPSA	Fecha	24/Julio/2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7014	e-mail	Francisco.DeArco@gmail.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Werner Hills	17P 0538869E 0980997N	X	1:46 pm	2:05 pm	15 minuto	Operador de articulado	Vibrometro Cesella
		Y	2:08 pm	2:23 pm	15 minuto	740B.	
		Z	2:25 pm	2:41 pm	15 minuto		

Observaciones	Cort. 740B, H T056.		
	Carga de material de desaraigue.		
	* Lugar: Presa Este de la MR (Plataforma 3).		
Elaborado por	Jorge Ortega Gustavo Galman	Fecha:	24/Julio/2019
		Hora:	2:00pm

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Pauromá		
Lugar	Central Termoeléctrica, Punta R, Chiriquí	Fecha	25/julio/2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@gmail.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Clemente Corro	13P 0533795E 0996822N	X	9:54 am	10:12 am	15 minutos	Operador de Camión	Vibrometro Caella
		Y	10:39 am	10:55 am	15 minutos	articulado	
		Z	10:55 am	11:10 am	15 minutos		

Observaciones

Compañía Bluefin Rental Inc. 1-683; Cat.
* Lugar: Planta de generación eléctrica,

Elaborado por

Jonathan Corro
Galeman

Fecha:

25/7/2019

Hora: 10:00 am

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Polvorín, Punta Rincón, Colón	Fecha	25 julio 2019
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Francisco De Arco
Teléfono	6378-7016	e-mail	Francisco.DeArco@faml.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Calisto Martínez	995187N 534438E	X	1:57 pm	2:12 pm	15 minutos	Operador de Pala	Vibrómetro Orella
		Y	2:14 pm	2:30 pm	15 minutos	Martillo	
		Z	2:58 pm	3:14 pm	15 minutos		

Observaciones	Serie o ident. del equipo: Bluefix Rental Inc. Link-Belt 270		
	Lugar: Galera de almacenamiento de explosivos, Polvorín, Punta Rincón, Colón.		
	* Lugar: Área de antiguo Polvorín (almacén de Nitrato de Amonio).		
	Jonathon Corro		
Elaborado por	Adriana Alfaro	Fecha:	25 julio 2019
		Hora:	2:00 pm